



PROYECTO SEPOR

Servicio de
Programación y Optimización
del Uso del Agua de
Riego

BOLETÍN INFORMATIVO

Coeficiente de Cultivo (Kc)

www.sepor.cl

¿Qué es el Coeficiente de Cultivo?

El consumo de agua o evapotranspiración que ocurre en una superficie cultivada puede ser estimada a partir de datos meteorológicos (temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad de viento) empleando el modelo de Penman-Monteith sugerido por la Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La falta de información confiable respecto al modo en que estas afectan al cultivo, como varían durante el crecimiento y el comporta-

miento de este, determina que el modelo se emplee para determinar la evapotranspiración de referencia (ET_r). Esta es la evapotranspiración que se presenta en un cultivo hipotético, cuyas características son conocidas y que corresponde a un cultivo de pasto de altura uniforme, bien regado y en óptimas condiciones de crecimiento.

Las diferencias en evaporación y transpiración del cultivo de referencia con respecto a un cultivo en particular, son integradas en un factor conocido como coeficiente de cultivo (K_c).

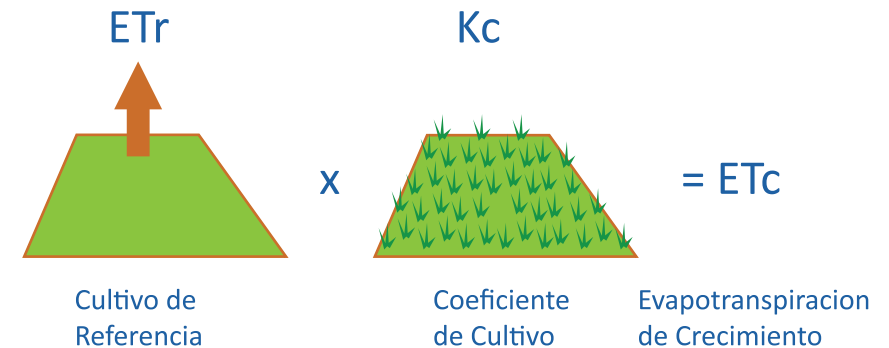
De este modo, el K_c permite calcular el consumo de agua o evapotranspiración real de un cultivo en particular a partir de la evapotranspiración de referencia (ET_r) a través de:

$$ET_c = K_c * ET_r$$

donde ET_c es la evapotranspiración del cultivo (mm), el K_c es el coeficiente de cultivo (adimensional) y ET_r es la evapotranspiración de referencia (mm)

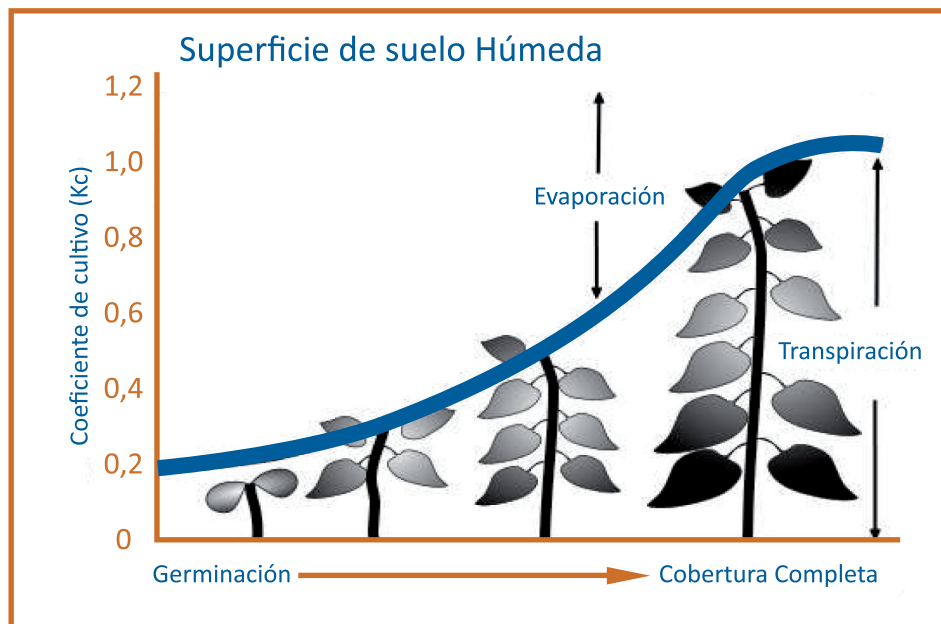
La estimación de ET_r incorpora los efectos de los diferentes factores meteorológicos para establecer la demanda de agua que realiza la atmósfera.

Por esto, el K_c varía con las condiciones particulares del cultivo, viéndose afectado por el clima sólo en una pequeña proporción.



¿Cuál es el objetivo del uso del Coeficiente de Cultivo?

El objetivo del uso del K_c es la **determinación de la ET_c** en particular, basados en la **información meteorológica medida a nivel local**, es decir, en el área cercana y representativa de la zona del cultivo. La ET_c obtenida representa el límite máximo de ET del cultivo cuando no existen obstáculos al crecimiento de este debido a limitaciones de agua.



¿Cuáles son las características del Coeficiente de Cultivo?

El K_c representa el efecto combinado de cuatro características principales:

- **Altura del Cultivo.** Esta tiene relación con la interacción que se produce entre el **cultivo y el viento**, así como la dificultad en el paso del agua desde las plantas hacia la atmósfera.

- **Albedo o reflectancia del cultivo.** Es la fracción de la radiación solar que es reflejada por el cultivo, la cual a su vez es la principal fuente de energía para el proceso de evapotranspiración. El valor del albedo está fuertemente asociado a la **porción de suelo que es cubierto por la vegetación**.

- **Resistencia del Cultivo.** Se refiere a la resistencia del cultivo a la transferencia del agua y está relacionada con el área foliar, la cual a su vez es la **cantidad de hojas por superficie del cultivo**.

- **Evaporación del Cultivo.** Es la evaporación que se produce desde el suelo, también está afectado por la cobertura vegetal.

¿Cuáles factores afectan el Coeficiente de Cultivo?

El K_c considera los elementos que diferencian a cada cultivo del cultivo de referencia, el cual es cubrir el suelo completamente y es homogéneo durante toda la temporada. Dado que las características del cultivo varían durante el período de crecimiento, del mismo modo el K_c debe variar.

Tipo de Cultivo. Tanto el espaciamiento entre las plantas como las características de las hojas y de los estomas (puntos en los cuales se emite el vapor de agua hacia la atmósfera) afectan la evapotranspiración del cultivo. La distribución de las hojas, así como los estomas en esta afectan el K_c . Especies que presenten estomas sólo en la cara inferior de sus hojas (ej. cítricos y frutales de hoja caduca) presentarán valores de K_c menores. El control de la transpiración en árboles desarrollados que cubren un 70% del suelo puede causar valores de K_c menores, especialmente si son cultivados en ausencia de un cultivo que cubra el suelo.

Clima. En condiciones de mayor aridez y de una mayor velocidad de viento los valores de K_c aumentan. Por otro lado, en climas húmedos o zonas con mayor humedad relativa y con velocidades de viento baja, los valores de K_c disminuyen. Esto cobra mayor importancia en cultivos altos. Los cultivos bajos que cubren el suelo se ven afectados en cuanto capturan mayores cantidades de radiación, que en definitiva es la variable que comanda la evapotranspiración.

Evaporación del Suelo. Cuando el cultivo cubre completamente el suelo la evapotranspiración es principalmente la transpiración del cultivo. Cuando la relación de cobertura es menor, la evaporación del suelo cobra importancia, especialmente en cultivos pequeños con menos enraizamiento en los que la superficie del suelo debe estar húmeda con mayor frecuencia.



Etapas de crecimiento del cultivo.

El período de crecimiento puede dividirse en cuatro etapas.

Etapas Inicial. Esta ocurre desde el período de siembra o establecimiento, en la cual la planta cubre poca superficie de suelo (10%). Por lo tanto la evapotranspiración se compone principalmente de la evaporación del suelo, especialmente por que en estas condiciones el cultivo debe mantenerse en niveles óptimos de humedad en la superficie del suelo y requerirá de riegos frecuentes.

Etapas de Desarrollo. Esta ocurre desde que el cultivo cubre un 10% del cultivo hasta que alcanza su nivel óptimo de cobertura, la que generalmente se produce a inicios de floración o cuando se produce la sobre posición de las hojas en plantas contiguas. A medida que el cultivo se desarrolla y sombrea el suelo la evaporación se ve cada vez más restringida y la transpiración gradualmente se convertirá en el proceso más importante.

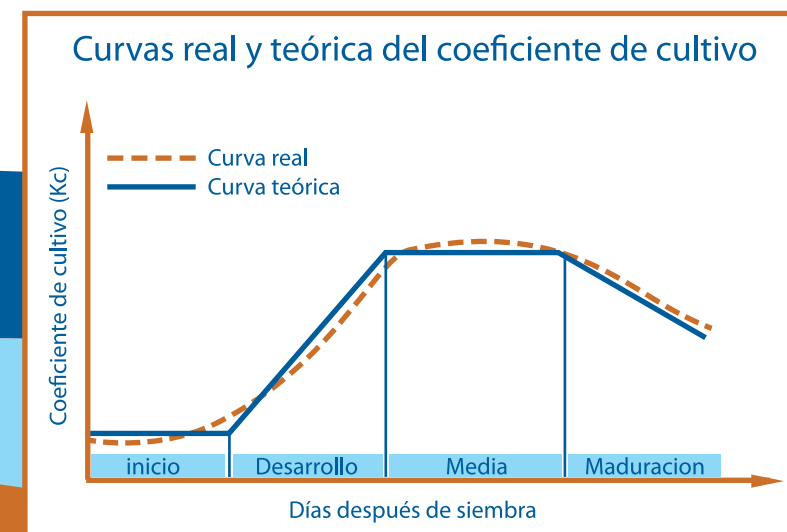
Etapas de Medios de Temporada. Es la etapa desde la cobertura completa hasta el comienzo de la madurez. En esta etapa el Kc alcanza el valor máximo.

Etapas de Finales de Temporada. El valor de Kc en esta etapa depende de las prácticas de cultivo. Este varía de aquellos cultivos que deben dejarse secar en forma natural antes de su cosecha a aquellos que deben ser regados con frecuencias para mantener las características de calidad de productos que son comercializados en fresco.

¿Cómo se calcula el Coeficiente de Cultivo?

Las metodologías de cálculo de Kc varían dependiendo de las características y las prácticas de cada cultivo. Estas se encuentran detalladas en el Boletín de Riego y Drenaje N° 56 de la FAO. Debido a las características y factores mencionados es que para la determinación precisa de las necesidades de riego de los cultivos, se deben emplear Kc que se encuentren desarrollados para una zona específica y validados para condiciones de cultivo que sean representativos.

	Inicial	Desarrollo del Cultivo	Medios de Temporada	Final de Temporada
Anuales				
Empastadas				
Árboles de hoja caduca Manzano Ciruelo Frambueso				
Árboles de hoja perenne Cítricos				
Hipotético Cultivo de referencia				
				



Valores de coeficientes de cultivo (Kc) para distintos cultivos
(valores referenciales de literatura)

Cultivo	Fase del cultivo			
	Inicial	Desarrollo	Media	Maduración
Arveja	0.45	0.75	1.15	1.00
Berenjena	0.45	0.75	1.15	0.80
Cebolla (guarda)	0.45	0.70	1.05	0.75
Lechuga	0.45	0.60	1.00	0.90
Maíz	0.40	0.80	1.15	0.70
Melón	0.45	0.75	1.00	0.75
Papa	0.45	0.75	1.15	0.85
Pimentón	0.35	0.70	1.05	0.90
Poroto verde	0.35	0.70	1.10	0.90
Sandía	0.45	0.75	1.00	0.70
Tomate	0.45	0.75	1.15	0.80
Zanahoria	0.45	0.75	1.05	0.90
Zapallo	0.45	0.70	1.00	0.70
Maravilla	0.35	0.75	1.15	0.55
Remolacha	0.40	0.80	1.15	0.80
Soja	0.35	0.75	1.10	0.60
Tabaco	0.35	0.75	1.10	0.90
Avena	0.35	0.75	1.10	0.40
Cebada	0.35	0.75	1.15	0.45
Sorgo	0.35	0.75	1.10	0.65
Trigo	0.35	0.75	1.15	0.45

Valores de Coeficiente de cultivo (Kc) en frutales.
(valores referenciales de literatura)

	Valores de Kc mensuales											
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Cítricos	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80	0.85
Palto	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80	0.85
Olivo	0.50	0.50	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.60	0.65	0.50
Manzano	---	---	---	0.40	0.60	0.85	1.00	1.00	0.95	0.70	---	---
Peral	---	---	---	0.40	0.55	0.75	0.90	0.90	0.70	0.65	---	---
Durazno	---	---	---	0.40	0.55	0.75	0.90	0.90	0.70	0.65	---	---
Damasco	---	---	---	0.40	0.55	0.75	0.90	0.90	0.70	0.65	---	---
Cerezo	---	---	---	0.40	0.60	0.85	1.00	1.00	0.95	0.70	---	---
Ciruelo	---	---	---	0.40	0.55	0.75	0.90	0.90	0.70	0.65	---	---
Uva de mesa	---	---	---	0.45	0.60	0.70	0.85	0.85	0.70	0.60	0.50	---
Vid vinífera	---	---	---	---	0.15	0.35	0.50	0.30	0.20	---	---	---



COMISION NACIONAL DE RIEGO

DIRECCIÓN

Alameda 1449. Piso 4, Santiago-Chile
(Metro Moneda)
Web: www.cnr.cl

HORARIOS DE ATENCIÓN

De Lunes a Jueves de 9:00 a 18:00hrs
y Viernes de 9:00 a 17:00hrs.

La Comisión Nacional de Riego ha habilitado la Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (OIRS), la cual puede ser contactada mediante las siguientes vías:
Teléfono: (56-2) 4257908 - e-mail: cnr@cnr.gob.cl

El presente documento constituye un material de divulgación preparado por el Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNIVERSIDAD DE TALCA.
Campus Talca, Avenida Lircay s/n, teléfono 71-200426, Talca.
“Permitida su difusión total o parcial, citando la fuente”



www.citrautalca.cl